

バイオフィードバックとサイバニック随意制御を用いたポリオ後患者の麻痺肢動作支援

著者	新宮 正弘
内容記述	筑波大学博士（工学）学位論文・平成23年3月25日授与（甲第5695号）
発行年	2011
URL	http://hdl.handle.net/2241/114362

氏 名 (本籍)	新 ^{しん} 宮 ^{ぐう} 正 ^{まさ} 弘 ^{ひろ} (長 崎 県)			
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)			
学 位 記 番 号	博 甲 第 5695 号			
学位授与年月日	平成 23 年 3 月 25 日			
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当			
審 査 研 究 科	システム情報工学研究科			
学 位 論 文 題 目	バイオフィードバックとサイバニック随意制御を用いたポリオ後患者の麻痺肢動作支援			
主	査	筑波大学教授	工学博士	山 海 嘉 之
副	査	筑波大学教授	Ph. D. (工学)	堀 憲 之
副	査	筑波大学教授	博士 (工学)	白 川 友 紀
副	査	筑波大学教授	博士 (工学)	葛 岡 英 明
副	査	筑波大学准教授	博士 (医学)	江 口 清

論 文 の 内 容 の 要 旨

ポリオによって四肢に麻痺が残った者は、著しい日常動作の困難とポリオ後症候群による更なる運動機能低下の可能性を抱えているが、今日に至るまで機能の補完・支援・改善に繋がる効果的な対処法は存在していない。本研究では、ポリオ後患者の著しく低下した麻痺肢の筋力を補い、運動機能を向上させ、日常動作支援を可能とする基礎技術の研究開発を目的としている。

目的達成のため、随意的動作支援の可能性の検討、麻痺肢の随意的な動作支援方法の提案、実証試験による手法の有効性の確認、汎用性の検討を行うことで従来にない新しい基礎技術の研究開発を推進している。麻痺肢から検出される生体電位信号は健常者に比べて著しく微弱でスパースであり、また動作意思と異なっていたためそのままでは支援不可能であるため、まず、バイオフィードバックを用いた訓練システムと訓練方法を提案し、動作意思と異なる信号が発生する状態を改善している。当該対象者に対しては、伸展動作時に屈曲筋側から発生していた動作意思と異なる信号は、20 分の訓練によって 70% の改善が確認されている。また、麻痺肢の随意的な動作支援を行うために筋神経系の動作原理に着目し、神経の発火頻度に基づいた信号の補完・トルク生成を行うサイバニック随意制御を提案している。実証試験では、提案手法を組み込んだロボットスーツ HAL を片下肢に麻痺を有するポリオ後患者が装着し、任意の角度まで屈曲・維持・伸展できる随意的な関節動作、歩行、立ち座りといった日常動作を支援することができており、提案手法の有効性を示している。更に、信号の発生状態から複数のポリオ後患者に対して本手法が適用可能である事と、類似症例として L1 部損傷による下肢不全麻痺脊損患者の麻痺肢を随意的に支援できる事を示している。

本研究では、手法の提案、基礎実験、実証試験、評価を通して、提案手法の有効性を示し、ポリオ後患者の運動機能の補完・支援・改善を実現する新しい基礎技術の研究開発に成功している。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文では、ポリオによる四肢麻痺者の日常動作の支援とポリオ後症候群による更なる運動機能低下に焦点をあて、ロボットスーツ HAL の技術を進化させることによって、著しく低下した麻痺肢の筋力を補い、運動機能を向上させ、日常動作支援を可能とする新しい技術の研究開発を目的としている。

当該研究では、ポリオウィルスによって多くの運動ニューロンを失ったポリオ後患者に対して、従来不可能とされてきた機能の補完・支援・改善を実現する基礎技術を世界で初めて実現しようとするものである。手法の提案、基礎実験、実証試験、評価を通して、重度の麻痺を有するポリオ後患者が約五十年ぶりに本人の意思で思い通りに脚を動かし、バイオフィードバックによる屈筋・伸筋のバランス機能を改善させ、立ち座り動作や歩行動作を実現し、本研究の有効性を示している。

本研究は、ポリオ後患者の運動機能の補完・支援・改善を実現する新しい基礎技術を研究開発したものであり、同様の障害を有する方々へ広く適用可能な技術としての展開が期待され、工学的にも、また、社会的にも有用な研究成果であると判断される。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。